

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2018.4.4.439

JCCT 2018-11-58

## F-scan System을 이용한 4가지 가방휴대방법에 따른 보행 시 족저압의 변화 분석

### Analysis of Changes in Plantar Pressure While Walking in 4 Positions to Carry a Bag using the F-scan System

이준철\*

Jun-cheol Lee\*

**요약** 본 연구에서는 가방의 휴대 방법이 보행 시 족저압에 어떠한 변화를 일으키는지 알아보기 위하여 정상 성인 남녀 33명을 대상으로 가방을 휴대하지 않고 보행, 가방을 양쪽어깨에 메고 보행, 가방을 하나의 한쪽어깨에 메고 보행, 가방을 한쪽 손으로 들고 보행하기 등 4가지 조건에서 F-scan system을 이용해 족저압을 측정하였다. 실험을 통해 얻어진 족저압의 변화와 좌·우측 발에서의 비대칭성을 분석하였다. 네 가지 가방 휴대방식 간에 부위별 족저압을 비교해 본 결과 좌측 발은 족지와 중족을 제외하고 다섯 가지 조건 간에 유의한 차이를 보였고, 우측 발은 제4,5번 중족골두를 제외하고 모두 유의한 차이가 나타났다( $P>.05$ ). 이를 종합해 볼 때 가방을 등 뒤로 양쪽 어깨에 메는 방법을 제외하고는 어떤 방법이 발에 최소한의 부담을 주는 최선의 방법인지는 본 실험의 족저압 변화 양상을 통해서 판단하기에는 다소 부족한 면이 있다고 사료된다. 앞으로의 연구에서는 가방 휴대 방법에 따른 족저압의 변화에 대한 연구 및 비대칭성 부하가 측만증이나 후만증과 같은 비정상적 자세를 치료하는데 효과적으로 사용할 수 있는 방법에 대해서도 연구가 진행되어야 할 것이다.

**주요어** : 족저압, 보행, 가방매기, F-scan system

**Abstract** With the aim of examining changes in plantar pressure while walking depending on the position of carrying a bag, this study measured the plantar pressure of 33 normal male and female adults using the F-scan System in four different positions to carry a bag: walking without carrying a bag; walking with carrying a bag on both shoulders; walking with carrying a bag on one shoulder; and walking with carrying a bag in one hand. Changes in the plantar pressure of the subjects obtained in this study and the asymmetry of the left and right feet were analyzed. The plantar pressure of the different areas of the feet in the four different positions to carry a bag was compared. The left foot, except its toes and metatarsus, showed a statistically significant difference among the five conditions, and the right foot, except its 4th and 5th caput metatarsalis, also showed a statistically significant difference ( $P>.05$ ). Given the results of this study, this experiment to examine changes in plantar pressure does not seem to be enough to identify which position to carry a bag, except carrying a bag on both shoulders, would have the lowest negative impact on the feet. It will be necessary to conduct a follow-up study on changes in plantar pressure depending on the position of carrying a bag and methods that can effectively treat abnormal positions such as scoliosis and kyphosis using asymmetric loads.

**Key words** : Planter pressure, Walking, Bag using, F-scan system

\*정회원, 경남정보대학교 물리치료학  
접수일: 2018년 10월 6일, 수정완료일: 2018년 10월 15일  
게재확정일: 2018년 10월 30일

Received: October 6, 2018 / Revised: October 15, 2018

Accepted: October 30, 2018

\*Corresponding Author: hklee1348@hanmail.net

Dept. of physical Therapy, Kyungnam College of Information  
& Technology, Korea

## I. 서 론

바른 일상생활습관, 즉 좋은 자세 유지는 지지구조를 보호하는 근골격의 스트레스를 가하지 않으며 균형을 잡거나 운동시에도 최소한의 에너지 소모로 운동을 용이하고 세련되게 만든다. 그러나 나쁜자세(나쁜 일상생활습관)란 인체 각 부분의 결합있는 관계로 인하여 지지구조의 긴장이 증가하게 되며 인체의 균형이 불충분한 상태로, 이는 단순히 심리적 문제뿐 아니라 불편, 동통, 변형의 원인이 된다는 것을 알아야 한다 [1].

일상생활에서 우리는 생활에 필요한 물건들을 효율적으로 운반하기 위하여 여러형태의 가방들을 사용하고 있으며 [2] [3] [4], 가방을 맨 자세를 지속할 경우 어깨나 팔의 근육들이 약화, 척추 변형, 요통, 두부 전방 자세, 발에서의 물집이나 피로 골절 등과 같은 근골격계 문제가 발생할 수 있다 [5] [6] [7] [8] [9]. 가방을 메고 보행을 할 경우 인체에는 가방의 무게에 의해 신체적 스트레스가 가해지고 생리적 또는 역학적으로 영향을 받아 동적 균형과 자세에 변화가 나타난다 [10] [11].

특히 최근 발의 건강에 대한 관심이 고조되면서 족부 통증 환자 당뇨병, 류마티스 등의 관절염 환자에서 나타나는 발의 문제점들을 해결하기 위해 F-scan system이 많이 이용되고 있다 [12]. 발바닥에 과도한 압력이 한 곳에 집중되면 발은 과각화증(굳은 살)이나 통증 혹은 무지외반증, 갈퀴발가락, 망치발가락과 같은 기형이 발생하게 된다. 발바닥의 과도한 압력은 또한 류마티스성 관절염(rheumatoid arthritis), 족골통증(metatarsalgia), 당뇨병(diabetes) 그리고 말초 신경병증(peripheral neuropathy) 등 많은 족부 장애와도 깊은 관련이 있다 [13].

이러한 족저압의 크기와 분포 양상은 보행하는 동안 발의 구조적, 생역학적 기능상태를 반영하는데 [14], 이러한 점을 이용해 족저압 측정법이 임상에서 병리적인 보행을 분석하는데 유용하게 사용되고 있다 [15]. 족저압을 측정하는 방법으로는 여러 가지 장치들이 있는데, 그 중 대표적 F-scan system은 보행시 또는 바로 선 자세에서 발에서의 무게 변화 양상을 수치로 보여주는 장치로 [16], 대상자의 신발안에 신발 내 삽입형 센서를 넣고 발바닥의 압력 측정 시스템을 이용하여 보행 동안 발의 여러곳의 압력을 감지하여 발에서의 무게 변화 양상을 시간적 양적 수치로 제공해 준다 [17] [18].

우리는 일반적으로 신발을 신고 생활하고 보행을 하기 때문에 족저압은 신발을 신고 측정하는 것이 피검자의 보행을 보다 정확하게 분석할 수 있는데 [19] [20], F-scan system은 이러한 조건을 만족시킬 수 있는 검사방법으로 여러 연구를 통해 신뢰도가 입증되었다 [12] [21] [22].

앞에서 언급한 바와 같이 보행 중 인체는 무거운 가방에 의해 생리적, 생체역학적인 영향을 받게 된다는 사실을 알 수 있다 [23]. 이러한 문제점을 해결하고 올바른 가방 메기 방법을 제시하기 위해 여러 선행 연구자들에 의해서 가방이 보행에 미치는 영향에 대한 많은 연구가 이루어졌지만 가방을 맨 상태에서 보행 시 족저압에 대한 연구가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 사람들이 가방을 착용하는 가장 흔한 형태인 한쪽으로 가방 들기, 한쪽으로 가방 메기, 양쪽 어깨에 가방 메기에서의 족저압을 비교하여 족저압의 변화 양상을 알아보는데 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상 및 연구기간

본 연구는 실험 취지에 대해 충분히 설명을 듣고 실험에 참여한 20~30대 성인남녀 30명을 실험대상으로 하여 실시하였다.

대상자의 선정조건은 첫째, 내과적 질환이나 보행에 영향을 주는 정형외과적 또는 신경외과적 손상과 같은 근골격계 질환이 없는 자, 둘째, 척추의 병변이나 수술 과거력이 없는 자, 셋째, 외형상 걸음걸이에 이상이 없는 자, 넷째, 다리나 발의 구조적인 이상이 없는 자, 다섯째, 발의 티눈이나 압박증이 없는 자, 여섯째, 복시(diplopia)나 시야의 결손과 전정기관(vestibular) 이상이 없는 자로 하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 측정도구

본 연구에서는 보행시 입각기 동안 발의 족저압 측정을 위하여 F-scan system(Tekscan Inc., South Boston, USA)을 이용하였다 [24].

센서는 동일한 형태의 스니커즈형 운동화에 압력감지 센서를 신발크기에 맞춰서 삽입 후 측정하였다(Figure

1). 족저압 분포는 F-Scan research ver.6.0 program을 이용하여 자료를 수집하였고, 결과값을 peak contact pressure(Kpa) 형태로 전환하여 분석하였다(Figure 1). 스티커즈형 운동화는 대상자의 신발사이즈별로 240mm에서 270mm까지 10mm단위로 준비하여 사용하였다 [25].



그림 1. 압력감지 센서를 부착한 스티커즈형 운동화  
Figure 1. Sneakers equipped with pressure sensors

## 2) 측정방법

본 연구에서는 가방 휴대방식에 따른 보행 시 족저압의 변화를 분석하기 위해 다음의 조건을 적용하였다.

- 조건 1. 가방을 휴대하지 않고 보행 (Figure 2).
- 조건 2. 가방을 두 개의 스트랩을 이용하여 양쪽어깨에 메고 보행 (Figure 3).
- 조건 3. 가방을 하나의 스트랩을 이용하여 한쪽어깨에 메고 보행 (Figure 4).
- 조건 4. 가방을 한쪽 손으로 들고 보행 (Figure 5).

으로 구분하여 모든 대상자들에게 4가지를 모두 적용하여 족저압을 측정하였다.

그림 2. 가방 휴대하지 않고 보행  
Figure 2. Walking without carrying a bag



그림 3. 가방을 두 개의 스트랩을 이용하여 양쪽 어깨에 메고 보행  
Figure 3. Walking with carrying a bag on both shoulders



그림 4. 가방을 하나의 스트랩을 이용하여 한쪽어깨에 메고 보행  
Figure 4. Walking with carrying a bag on one shoulder



그림 5. 가방을 한쪽 손으로 들고 보행  
Figure 5. Walking with carrying a bag in one hand



가방의 무게는 성별에 관계없이 10kg를 선택하였고, 가방을 한쪽손으로 휴대하는 조건에서는 모든 대상자들에게 부하가 같은 쪽에 실리도록 하기위해 오른쪽 어깨에 스트랩이 위치하도록 하였고, 조건 4에서는 가방에 부착된 손잡이를 오른쪽 손으로 잡고 가방을 들었다. 가방 스트랩의 길이는 조건 2에서는 가방의 아랫부분이 옆구리 장골능선의 높이와 같게 하였고, 조건 3에서는 가방의 상단 끝부분이 피험자의 옆구리 장골능선에 위치하도록 하였다.

3) 자료수집

측정을 하기 전에 우선 신발의 종류 및 재질에 따른 오차를 없애기 위해 피험자들의 발에 맞는 굽이 없는 동일한 형태의 신발을 준비하였고, 온도차에 의한 센서의 측정치 오차를 줄이기 위해 센서가 신발 내 환경의 온도와 일치되도록 신발 크기에 맞게 재단이 된 센서를 양측 신발 내에 미리 부착해 두었다. 피험자들로 하여금 센서 보호를 위해 양발을 신은 상태에서 [26], 개개인의 발에 맞는 신발을 신고 10-20걸음을 걷게 한 후 환자 개개인의 몸무게에 맞게 좌우 양측을 실험자의 설명에 따라 30초간 보정을 실시하였다 [27].

보정은 대상자가 반대쪽 다리를 들고 한쪽 다리로 30초간 서고 한쪽 센서에 전체 체중이 실리도록 하여 대상자의 체중을 센서로 인식하게 하며, 양쪽을 번갈아 실시하였다.

측정은 대상자에게 보행방법에 대해 충분히 설명을

하고 실험실의 보행로 위를 몇 차례반복 보행하게 한 후 실험에 대한 심리적 부담이 사라진 자연스러운 상태에서 실시하였다. 대상자들은 고르고 단단한 바닥에 그려진 5m 직선 보행로를 따라 평소에 걷는 속도와 동일하게 편안하고 자연스럽게 걷고 시선은 전방을 향하도록 지시하였다. 대상자가 자연스럽게 보행할 때의 족압을 측정하기 위해서 대상으로 하여금 보행로를 몇 차례 보행하도록 하였다.

4) 자료 분석

자료수집은 100Hz로 6초 동안 좌.우 양측을 합하여 10-12 걸음이 될 때까지 실시하였다. 족저압 측정을 위해 족저를 무지부(Hallux), 족지부(Toe), 제1중족골두(Met 1), 제2,3 중족골두(Met 2,3), 제4,5 중족골두(Met 4,5), 중족부(Mid foot), 종골부(Heel)의 7부위로 나누었으며(Figure 6), 각 부위의 면적은 5×5 unit로 통일하였다(Figure 7). 족저압 측정은 보행 주기 가운데 입각기의 전 기간에 걸쳐 발바닥의 각 부분이 지면과 접촉되어지는 동안에 측정하였다. F-scan research 6.0 프로그램을 이용해 자료를 처리, 처음 걸음과 마지막 걸음을 제외하고 나머지 3-4걸음을 선택하여 평균 족저압을 구하였다.

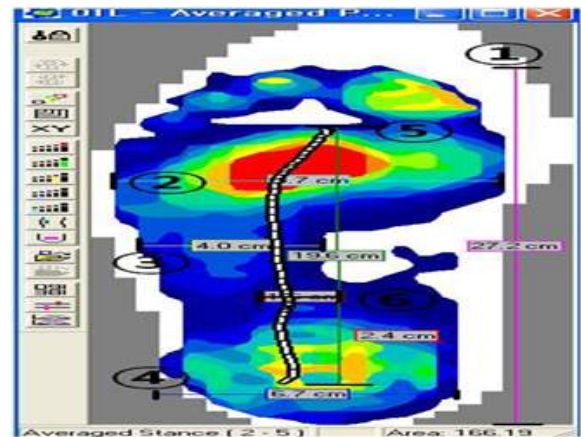


Figure 6. 족저압의 7가지 측정 부위

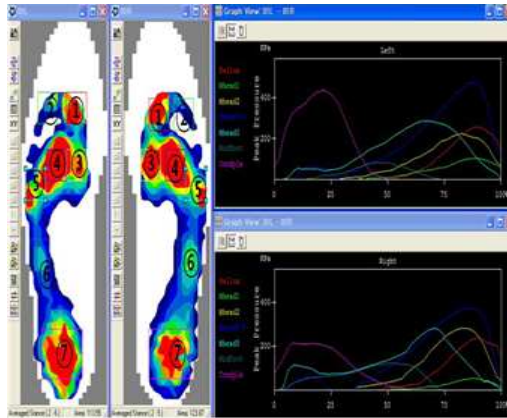


Figure 7. 족저압의 측정 면적(5×5 unit)

### III. 연구결과

본 연구는 사람들이 가방을 착용하는 가장 흔한 형태인 한쪽으로 가방 들기, 한쪽으로 가방 메기, 양쪽 어깨에 가방 메기에서의 족저압을 비교하여 족저압의 변화 양상을 알아보기 위하여 성인 남녀 33명을 대상으로 실시하였다.

#### 1) 보행 조건 간의 부위별 최대 족저압 비교

##### (1) 좌측 족저압의 비교

좌측 발목지부는 네 가지 조건 간에 유의한 차이를 보였으며( $p<.05$ ), 각 조건 간 대응 비교에서 조건 1과 조건 2, 조건 1과 조건 3, 조건 1과 조건 4, 조건 1과 조건 2 간에 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ ).

족지부는 네 가지 조건 간에 유의한 차이를 보이지 않았지만, 조건 1과 조건 2, 조건 2와 조건 4, 조건 3과 조건 4간에 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ ).

제 1중족골두는 네 가지 조건 간에 유의한 차이를 보였으며( $p<.05$ ), 조건 1과 조건 2, 조건 1과 조건 3, 조건 1과 조건 4간에 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ ).

제 2,3중족골두는 네 가지 조건 간에 유의한 차이를 보였으며( $p<.05$ ), 조건 1과 조건 2, 조건 1과 조건 3, 조건 1과 조건 4, 조건 2와 조건 3간에 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ ).

제 4,5중족골두는 네 가지 조건 간에 유의한 차이를 보이지 않았지만, 조건 1과 조건 2, 조건 2와 조건 3 간에 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ ).

중족부는 네 가지 조건 간에 유의한 차이를 보이지 않았고, 조건 1과 조건 4간에 유의한 차이를 보였다

( $p<.05$ ).

중골부는 네 가지 조건 간에 유의한 차이를 보였으며( $p<.05$ ), 조건 1과 조건 2, 조건 1과 조건 3, 조건 1과 조건 4간에 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ ). (Table 1)

#### (2) 우측 족저압의 비교

우측 발목지부는 네 가지 조건 간에 유의한 차이를 보이지 않았고, 조건 1과 조건 3, 조건 1과 조건 4, 조건 2와 조건 3, 조건 2와 조건 4 간에 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ ).

족지부는 다섯 조건 간에 유의한 차이를 보였으며( $p<.05$ ), 조건 1과 조건 3간에 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ ).

제 1중족골두는 네 가지 조건 간에 유의한 차이를 보였으며( $p<.05$ ), 조건 1과 조건 3, 조건 1과 조건 4 간에 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ ).

제 2,3중족골두는 네 가지 조건 간에 유의한 차이를 보였으며( $p<.05$ ), 조건 1과 조건 2, 조건 1과 조건 3, 조건 1과 조건 4간에 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ ).

제 4,5중족골두는 네 가지 조건 간에 유의한 차이를 보이지 않았지만, 조건 1과 조건 2간에 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ ).

중족부는 네 가지 조건 간에 유의한 차이를 보였으며( $p<.05$ ), 조건 1과 조건 2, 조건 2와 조건 3간에 유의한 차이를 보였다 ( $p<.05$ ).

중골부 네 가지 조건간에 유의한 차이를 보였으며( $p<.05$ ), 조건 1과 조건 2, 조건 1과 조건 3, 조건 1과 조건 4간에 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ ). (Table 1)

표 1. 휴대하는 가방 패턴에 따라 발의 7개 영역의 최고 압의 비교  
Table 1. Comparison of the maximum pressure in 7 different areas of the feet depending on the position to carry a bag

		Con 1	Con 2	Con 3	Con 4	F	p
		mean±SE	mean±SE	mean±SE	mean±SE		
L	Hallux	409.86±38.1	472.16±46.52	451.44±40.97	459.26±40.25	4.8	.00
	Toe	149.22±713.	177.53±18.06	162.57±716.	146.25±714.09	2.0	0.10
	Met 1	379.29±23.58	440.11±26.85	446.41±27.79	442.91±24.51	10.6	.00
	Met 23	486.68±25.13	571.12±30.04	535.87±27.43	560.00±32.11	19.8	.00
	Met 45	320.79±27.70	351.14±26.49	304.77±23.37	343.33±31.64	3.4	.01
	Mid foot	118.21±14.64	126.28±11.89	119.61±13.27	141.10±1016.09	2.1	.05
	Heel	375.51±22.28	437.84±27.06	425.58±26.43	421.92±24.65	15.1	.00
R	Hallux	396.69±30.27	422.45±30.10	469.47±34.31	472.10±36.67	3.6	.01
	Toe	171.45±15.07	183.95±19.33	200.53±18.91	195.13±20.43	.26	.04
	Met 1	351.82±20.98	383.53±24.02	421.11±26.20	41.756±25.87	6.0	.00
	Met 23	467.07±32.06	525.58±31.92	547.01±35.58	522.58±33.69	22.6	.00
	Met 45	278.45±22.31	308.92±24.04	304.70±23.66	284.21±23.41	1.6	.18
	Mid foot	124.52±11.23	308.92±24.04	128.59±11.04	119.09±12.27	23.0	.00
	Heel	350.99±19.97	404.39±22.19	424.99±22.90	429.25±26.10	33.0	.00

2) 보행 조건 내 부위별 최대 족저압 좌·우 비교

조건 1과 조건 2, 조건 3에서는 모든 부위가 좌·우측간 유의한 차이를 보이지 않았지만 (Table 2, 3, 4), 조건 4에서 족저부가 우측 발 185.46Kpa, 좌측 발 146.25Kpa로 유의한 차이를 나타내었고, 나머지 부위는 유의한 차이가 없었다(P>.05). (Table 5)

표 2. 가방을 메지 않고 보행 동안의 왼쪽과 오른쪽발간의 7개 영역의 최고 압의 비교 (Kpa/unit)  
Table 2. Comparison of the maximum pressure in 7 different areas of the left and right feet while walking without carrying a bag (Kpa/unit)

	Side	mean±SE	t	p
Hallux	Left	409.86±38.15	0.29	0.38
	Right	395.69±30.37		
Toe	Left	149.22±13.96	-1.08	0.14
	Right	171.45±15.07		
Met1	Left	379.29±23.58	0.87	0.19
	Right	351.82±20.98		
Met23	Left	486.68±25.13	0.48	0.31
	Right	467.07±32.06		
Met45	Left	320.79±27.70	1.19	0.11
	Right	278.45±22.31		
Mid foot	Left	118.21±14.64	-0.34	0.36
	Right	124.52±22.28		
Heel	Left	375.51±22.28	0.81	0.20
	Right	350.99±19.97		

표 3. 가방을 양쪽 어깨에 메고 보행 동안의 왼쪽과 오른쪽발간의 7개 영역의 최고 압의 비교 (Kpa/unit)  
Table 3. Comparison of the maximum pressure in 7 different areas of the left and right feet while walking with carrying a bag on both shoulders (Kpa/unit)

	Side	mean±SE	t	p
Hallux	Left	472.16±46.52	0.89	0.18
	Right	422.45±30.10		
Toe	Left	177.53±18.06	-0.24	0.40
	Right	183.95±19.33		
Met1	Left	440.11±26.85	1.57	0.06
	Right	383.53±24.02		
Met23	Left	571.12±30.04	1.03	0.15
	Right	525.58±31.92		
Met45	Left	351.14±26.49	1.18	0.12
	Right	308.92±24.04		
Mid foot	Left	126.28±11.89	-0.22	0.41
	Right	130.04±11.92		
Heel	Left	437.84±27.06	0.95	0.17
	Right	404.39±22.19		

표 4. 가방을 한쪽어깨에 메고 보행 동안의 왼쪽과 오른쪽발간의 7개 영역의 최고 압의 비교 (Kpa/unit)  
 Table 4. Comparison of the maximum pressure in 7 different areas of the left and right feet while walking with carrying a bag on one shoulder (Kpa/unit)

	Side	mean±SE	t	p
Hallux	Left	451.44±40.97	-0.33	0.36
	Right	469.47±34.31		
Toe	Left	162.57±16.29	-1.52	0.06
	Right	200.53±18.91		
Met1	Left	446.41±27.79	0.66	0.25
	Right	421.11±26.20		
Met23	Left	535.87±27.43	-0.24	0.40
	Right	547.01±35.58		
Met45	Left	304.77±23.37	0.00	0.49
	Right	304.70±23.66		
Mid foot	Left	119.61±13.27	-0.51	0.30
	Right	128.59±11.40		
Heel	Left	425.58±26.43	0.01	0.49
	Right	424.99±22.90		

	Side	mean±SE	t	p
foot	Right	119.09±12.27		
Heel	Left	421.92±24.65	-0.20	0.41
	Right	429.25±26.10		
Hallux	Left	451.44±40.97	-0.33	0.36
	Right	469.47±34.31		
Toe	Left	162.57±16.29	-1.52	0.06
	Right	200.53±18.91		
Met1	Left	446.41±27.79	0.66	0.25
	Right	421.11±26.20		
Met23	Left	535.87±27.43	-0.24	0.40
	Right	547.01±35.58		
Met45	Left	304.77±23.37	0.00	0.49
	Right	304.70±23.66		
Mid foot	Left	119.61±13.27	-0.51	0.30
	Right	128.59±11.40		
Heel	Left	425.58±26.43	0.01	0.49
	Right	424.99±22.90		

표 5. 가방을 한쪽 손으로 들고 보행 동안의 왼쪽과 오른쪽발간의 7개 영역의 최고 압의 비교 (Kpa/unit)  
 Table 5. Comparison of the maximum pressure in 7 different areas of the left and right feet while walking with carrying a bag in one hand (Kpa/unit)

	Side	mean±SE	t	p
Hallux	Left	459.26±40.25	-0.23	0.40
	Right	472.10±36.67		
Toe	Left	146.25±14.09	-1.71	0.04*
	Right	185.46±18.01		
Met1	Left	442.91±24.51	0.71	0.23
	Right	417.56±25.87		
Met23	Left	560.00±32.11	0.80	0.21
	Right	522.58±33.69		
Met45	Left	343.33±31.64	1.50	0.06
	Right	284.21±23.41		
Mid	Left	141.10±16.09	1.08	0.14

#### IV. 고 찰

가방은 우리가 매일 사용하고 있고 일상생활에서도 아주 중요한 도구이다. 그런데 장시간 동안 또는 습관적으로 무거운 가방을 메거나 잘못된 방법으로 멜 경우 우리 몸에 비정상적인 스트레스가 가해져서 척추 측만증이나 근육통과 같은 근골격계 문제가 발생할 수 있다 [28] [29].

본 연구에서는 가방의 휴대 방법에 따른 부하의 위치 변화로 인한 인체의 적응기전 중에서 족저압에서의 변화 양상을 알아보기 위해 가방을 멘 상태에서 보행 시 입각기 동안 F-scan system을 이용하여 족저압의 변화 양상을 측정하였다 [28].

가방의 휴대방법은 우리가 일반적으로 멜 수 있는 방법을 선택하였는데 가방을 메지 않고 걸었을 때(조건 1), 가방을 양쪽 어깨로 메고 걸었을 때(조건 2), 가

방을 한쪽 어깨에 메고 걸었을 때(조건 3), 가방을 한 손으로 들고 걸었을 때(조건 4) 등의 네 가지 조건으로 구분하여 측정하였다.

족저압 측정법으로는 힘판(Forceplate), F-scan system, F-Mat, Parotec system, Pedar system 등이 있는데, 족저압을 측정하고 움직임을 계산하여 보행시의 무게 변화 양상을 수치로 보여주는 장치로 비용이 적게 들고 공간을 적게 차지하는 이점이 있다 [16]. 특히 신발 내에 센서를 신발 크기에 맞게 재단하여 삽입하고 신발과 발 사이에 나타나는 족저압을 분석하는 F-scan system은 양쪽 발을 동시에 측정이 가능하고 한 번에 여러 걸음을 측정할 수 있을 뿐만 아니라 발의 특정 부위를 측정할 수 있으며 여러 종류의 신발이나 보조기를 착용한 상태에서 작업이나 스포츠와 같은 기능적 활동을 하는 동안에도 측정을 할 수 있다는 장점이 있다 [12] [30] [31].

본 연구에서처럼 가방을 한 쪽 어깨로 메거나 한 손으로 들고 보행을 할 경우 가방의 무게가 실리는 어깨와 같은 쪽의 발에서 지면 반발력이 반대쪽발보다 조금 더 커서 비대칭성이 증가하고 보행 시 좀 더 많은 근력과 추진력에너지 소비가 요구되는 것으로 판단할 수 있다 [32] [33].

휴대방식에 의한 가방 무게의 비대칭적인 부하는 비정상적인 자세정렬과 보행 패턴 변화를 유발하게 된다 [34]. 가방을 한쪽 손으로 들거나 한쪽 어깨에 멜 경우 체중심을 지지면 내에 있게 하여 에너지 소비를 최소화하기 위해 우선 체간에서 반대편으로의 측굴이 일어나고 그 다음으로 머리의 반대편으로의 외측굴곡과 반대편 상지의 외전으로 보상작용이 발생하게 된다 하였다 [11]. 안준수(2006) [2]의 연구에서 비슷한 결과가 나왔는데 어깨 가방을 한쪽 어깨에 메고 보행할 경우 가방을 휴대하지 않거나 배낭형태의 가방을 양쪽으로 휴대하는 경우보다 활보장과 단하지 지지기가 감소 분속수와 양하지 지지기가 증가했으며 일측성 무게 부하로 인해 무게 중심이 몸의 중앙선에서 벗어나는 것을 보상하게 위해 머리의 전방 굴곡과 함께 가방을 메는쪽 어깨의 거상 무게가 실린 반대쪽의 몸통 외측굴곡이 더 크게 나타났다고 하였다.

이때 몸통의 외측굴곡 증가는 부하 반대쪽 엉덩관절의 외전 토크를 증가시키고 같은쪽 엉덩관절의 토크는 감소시키고 [11], 부하가 실리는 반대쪽 중둔근의

근 활성도가 증가하여 엉덩관절에서 압력을 증가시키며 [35], backpack을 메고 걸을 때가 어깨 가방을 메고 걸을 때 보다 산소 소비가 더 적었다고 하였다 [36].

비정상적인 자세를 유발하지 않는 가방의 무게 한계 범위는 체중의 10% 이하라고 하였고, 가방의 무게를 성별이나 연령에 상관없이 건강한 사람이 충분히 들 수 있는 일반적인 무게인 체중의 15% [33]를 기준으로 하였으나, 본 연구에서는 대상자의 체중을 고려하지 않고 동일하게 10kg을 적용했다는 데에 제한점이 있다.

비록 본 연구에서 가방의 휴대 방법이 족저압의 두드러진 변화와 좌우비대칭을 유발하지는 않았지만 휴대 방법에 따라 발의 특정 영역에서 압력 증가와 가방의 부하가 비대칭적으로 한쪽으로만 실릴 경우에 좌우측발 사이에 유의한 차이를 보이는 영역이 있었다. 이를 바탕으로 하중으로 인한 족저에서의 변화와 예상되는 병리적 양상을 좀 더 자세히 알아볼 필요가 있을 것으로 사료된다.

본 연구를 하면서 연구자는 가방 휴대 방법에 따른 자세 변화에 대한 선행 연구는 많았지만, 족저압에 대한 참고 자료가 부족하여 다른 연구자들의 결과와 비교하는데 어려움이 많았다. 앞으로 가방 휴대 방법에 따른 족저압의 변화에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다. 또한 비대칭성 부하로 인한 문제점에서만 연구 초점을 맞추지 않고 이 비대칭성 부하가 측만증이나 후만증과 같은 비정상적 자세를 치료하는데 효과적으로 사용할 수 있는 방법에 대해서도 연구할 필요가 있어야 할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

본 연구에서는 가방의 휴대 방법이 보행 시 족저압에 어떠한 변화를 일으키는지 알아보기 위하여 정상성인 남녀 33명을 대상으로 가방을 휴대하지 않고 보행, 가방을 양쪽어깨에 메고 보행, 가방을 하나의 한쪽 어깨에 메고 보행, 가방을 한쪽 손으로 들고 보행하기 등 4가지 조건에서 F-scan system을 이용해 족저압을 측정하였다. 실험을 통해 얻어진 족저압의 변화와 좌·우측 발에서의 비대칭성을 분석하였다.

1. 각 영역별로 모두 제 2,3 중족골두가 가장 높았



고, 다음이 무지부, 제1중족골두, 종골부, 제 4,5중족골두, 발가락, 중족부 순으로 높았다.

2. 네 가지 가방 휴대방식 간에 부위별 족저압을 비교해 본 결과 좌측 발은 족지와 중족을 제외 하고 다섯 가지 조건 간에 유의한 차이를 보였고, 우측 발은 제4,5번 중족골두를 제외하고 모두 유의한 차이가 나타났다( $P>.05$ ).

3. 실험 전에는 가방 휴대 방법이 보행 시 족저압에 많은 변화를 주고, 좌우 비대칭을 유발할 것이라고 예상을 하였다. 실험 결과 가방 휴대방법에 따라 발의 특정영역에서 족저압과 힘-시간 적분값의 조건 간 차이가 유의하게 나타나기는 했지만, 다소 불규칙적으로 나타났고, 좌 · 우 사이의 비대칭적 변화도 뚜렷하게 나타나지는 않았다.

이를 종합해 볼 때 가방을 등 뒤로 양쪽 어깨에 메는 방법을 제외하고는 어떤 방법이 발에 최소한의 부담을 주는 최선의 방법인지는 본 실험의 족저압 변화 양상을 통해서 판단하기에는 다소 부족한 면이 있다고 사료된다. 앞으로의 연구에서는 가방 휴대 방법에 따른 족저압의 변화에 대한 연구 및 비대칭성 부하가 측만증이나 후만증과 같은 비정상적 자세를 치료하는데 효과적으로 사용할 수 있는 방법에 대해서도 연구가 진행되어야 할 것이다.

## References

[1] Moon SU. Whole body kinesiology mechanism, General coordinative manipulation. Daehakseolim Ltd. 2003.

[2] Ahn, JS. The effects of asymmetric load of shoulder bag on trunk and pelvis movement patterns of normal adult during gait. The Graduate School of Health and Environment. Yonsei university, Master's thesis, 2006.

[3] Lee GC, Kim JH, Beak SK, Oh KT, Yoon SH et al. Effects of cross bag and shoulder bag on foot pressure. Journal of Korean Society of Health Sciences. Vol. 8, No. 1. 23-34. 2011.

[4] Kim SK, Lee BH. Biomechanical analysis of gait cycle in the obese children. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 14, No. 1, 199-205. 2013.

[5] Kim MH. Changes in neck muscle electromyography and forward head posture during carrying of various schoolbags by

children. Yonsei university, Master's thesis. 2006.

[6] Kim, CK, Shin, DM. Kinematic analysis of book bag weight on gait cycle and posture of youth. Journal of Sport and Leisure Studies, Vol.3, 175-185, 1995.

[7] Woo, DP. An Analysis of gait characteristics and physiological loads on carrying tasks. Donga university, Doctor's thesis, 2001.

[8] Knapik J, Harman E, Reynolds K. Load carriage using packs: A review of physiological, biomechanical and medical aspects. Applied Ergonomics. Vol. 27, No. 3, 207-216. 1996.  
[https://doi.org/10.1016/0003-6870\(96\)00013-0](https://doi.org/10.1016/0003-6870(96)00013-0)

[9] Weir E. Avoiding the back-to-school backache. CMAJ, Vol. 167, No. 6, 669.-710. 2002.  
<https://doi.org/10.1097/00130561-199409020-00003>

[10] Oh CH, Choi SN. Effects of the length of schoolbag string on gait posture. Journal of Sport and Leisure Studies. Vol. 30, No. - , 619-629, 2007.

[11] Matsuo T, Hashimoto, M, Koyanagi, M, Hashizume, K. Asymmetric load-carrying in young and elderly women: Relationship with lower limb coordination. Gait & Posture, Vol. 28, No. 3, 517-520, 2008.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2008.02.001>  
crossref(new window)

[12] Kim K, Park YH, Bae SS. Intermachine Validity and Reliability of The F - mat and F - scan. Journal of Korean Society of Physical Therapy. Vol. 12, No. 2., 29-37. 2000.

[13] Yoon MJ. Effects of metatarsal pad is walking, impact on the maximum pressure front of the ankle. Kyeongki university, Master's thesis. 2007.

[14] Han TR, Paik NJ, Im MS. Quatification of the path of center of pressure(COP) using an F-can in-shoe transducer. Gait & Posture. Vol. 10, 248-254. 1999.  
[https://doi.org/10.1016/0966-6362\(96\)80601-1](https://doi.org/10.1016/0966-6362(96)80601-1)

[15] Hessert MJ, Vyas M, Leach J, Hu K, Lipsitz LA, Novak V. Foot pressure distribution during walking in young and old adults. BMC Geriatrics. Vol. 5, No. 8, 1-8, 2005.  
<https://doi.org/10.1186/1471-2318-5-8>

[16] Lee CY. Clinical correlation of the motor symptoms with parkinson's disease and foot scan. Korea university, Master's thesis. 2006.

[17] Kim, JH. Effects of virtual reality program on balance, gait and brain activation patterns in

- stroke patients. Graduate School of Daegu University, Doctor's thesis, 2005.
- [18] Yang DC, Janf SH, Choi GS, Kim CS, Park SJ. Comparison of peak plantar pressure between bare foot and in-shoe in diabetic patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*. Vol. 27, No. 4, 600-604. 2003.
- [19] Park US, Park CI, Kim JU, Park KW, Kim UJ. Foot pressure distribution and path of center of pressure(COP) of foot during ambulation in the children with spastic cerebral palsy. *Annals of Rehabilitation Medicine*. Vol. 26, No. 2, 127-132. 2002.
- [20] Park, CI, Bae HS, Ko YH, Kim YH, Park JW, Lee JW. The characteristics of foot pressure in children with mild spastic diplegic cerebral palsy related to medial arch formation. *Annals of Rehabilitation Medicine*. Vol. 27, No. 1, 33-37. 2003.
- [21] Mueller MJ, Strube MJ. General izability of in-sole peak pressure measures using the F-scan system. *Clinical Biomechanics*. Vol. 11, No. 3, 159-164. 1996.  
[https://doi.org/10.1016/0268-0033\(95\)00047-x](https://doi.org/10.1016/0268-0033(95)00047-x)
- [22] Randolph A, Nelson M, Akkapeddi S, Levin A. Reliability of measurements of pressures applied on the foot during walking by a computerized insole sensor system. *Arch Phys Med Rehabil*. Vol. 81, 573-578. 2000.  
[https://doi.org/10.1016/s0003-9993\(00\)90037-6](https://doi.org/10.1016/s0003-9993(00)90037-6)
- [23] Lee, TJ. The comparative analysis of the foot pressure by various carrying a pack methods during walking. Kyung-sung university, Mater's thesis. 2010.
- [24] Moon HW, Park SI, Na UW, Lee IY, Lim SY, Kim JH. Foot pressure measurement using F-scan system in normal Korean adults F-scan system. *Annals of Rehabilitation Medicine*. Vol. 19, No. 2, 289-295. 1995.
- [25] Kim TH, Kim BG. The change of plantar pressure and range of motion of ankle joint according to treadmill gradients. *Journal of Korean Academy of Orthopaedic Manual Therapy*. Vol. 14 No. 1. 39-47. 2008.
- [26] Kobayashi N, Warabi T, Kato M, Kiriyama K, Yoshida T, Chiba S. Posterior-anterior body weight shift during stance perios studied by measuring sole-floor reaction forces during healthy and hemiplegic human walking. *Neuroscience Letter*. Vol. 399, 141-146. 2006.  
<https://doi.org/10.1016/j.neulet.2006.01.042>
- [27] Resch S, Apelqvist J, Stenström A, Aström I. Dynamic plantar pressur measurement in 49 patient with diabetic neuropathy-103 - with or without foot ulcers. *Foot & Ankle Surgery*. Vol. 3, 165-174. 1997.  
[https://doi.org/10.1016/s1268-7731\(97\)80015-x](https://doi.org/10.1016/s1268-7731(97)80015-x)
- [28] Park SJ. The analysis the changes of foot pressure by various carrying a pack methods during walking. Daegu university, Mater's thesis. 2009.
- [29] Macias BR, Murthy G, Chambers H, Hargens AR. Asymmetric loads and pain associated with backpack carrying by children. *J Pediatr Othop*, Vol. 28, No.5, pp. 512-517, 2008.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/BPO.0b013e31817d8143>  
crossref(new window)
- [30] Holewijn M. Physiological strain due to load carrying. *European Journal of Applied Physiology*, Vol. 61, pp.237-245, 1990.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00357606>  
crossref(new window)
- [31] Defrin B, Benyanmin SB, Dov Aldubi R. Conservative correction of leg-length discrepancies of 10mm or less for the relief of chronic low back pain. *Arch Phys Med Rehabil*. Vol. 86, No. 11, 2075-2080. 2005.  
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2005.06.012>
- [32] Cottalorda J, Rahmani A, Diop M, Gautheron V, Ebermeyer E. Influence of school bag carrying on gait kinetics. *J Pediatr Orthop B*. Vol. 12, No. 6, 357-364. 2003.  
<https://doi.org/10.1097/01202412-200311000-00001>
- [33] Crowe A, Samson MM. 3-Danalysis of gait: The effects upon symmetry of carrying a load in one hand. *Human Movement Science*. Vol. 16, 357-365. 1997.  
[https://doi.org/10.1016/s0167-9457\(96\)00061-9](https://doi.org/10.1016/s0167-9457(96)00061-9)
- [34] Negrini, A, Negrini, S. Postural effects of symmetrical and asymmetrical loads on the spines of school children. *Scoliosis*. Vol. 2, No. 8, 1-7, 2007.  
<https://doi.org/10.1186/1748-7161-2-8>
- [35] Neumann, DA. *Kinesiology of musculoskeletal system; Foundations for rehabilitation*, 2nd ed. St. Louis, Mosby/Elsevier. 2010
- [36] Chansirinukor W, Wilson D, Grimmer K, Dansie B. Effects of backpacks on students: measurement of cervical and shoulder posture. *The Australian Journal of Physiotherapy*. Vol. 47, No. 2, 110-116. 2002.  
[https://doi.org/10.1016/s1443-8461\(01\)80019-8](https://doi.org/10.1016/s1443-8461(01)80019-8)